

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/085808 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01N 21/35**,
G01J 5/12, B81B 7/02, G01P 15/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000040

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2005 (14.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 010 499.9 4. März 2004 (04.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REICHENBACH,
Frank** [DE/DE]; Burkhardt-Und-Weber-Strasse 39, 72760
Reutlingen (DE). **HOEFER, Holger** [DE/DE]; Stein-
buehlstrasse 12, 72820 Sonnenbuehl (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

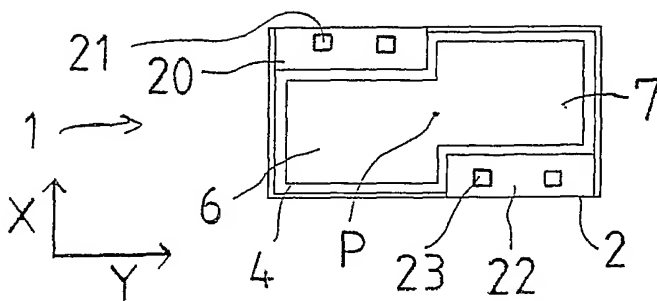
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICRO-STRUCTURED SENSOR

(54) Bezeichnung: MIKROSTRUKTURIERTER SENSOR



(57) Abstract: The invention relates to a micro-structured sensor, comprising at least one measuring chip (2), wherein a first measuring area (6), comprising a first measuring structure, and a second measuring area (7) comprising a second measuring structure, is embodied, and the measuring areas (6, 7) are offset in relation to each other in a lateral direction (Y). Said micro-structured sensor also comprises a cup chip (4) which is secured, in a connecting area and in an air-tight manner, to the measuring chip (2), an intermediate chamber which is embodied between the measuring chip (2) and the cup chip (4), said intermediate chamber being sealed from the outside by the connecting area (3)

and the measuring areas (6, 7) are arranged therein, and at least one contact area (20, 22), which is used to contact the measuring chip (2), is released by the cup chip (4) and is embodied on the measuring chip. The sensor can be, in particular, a gas sensor which is used to measure gas concentration or an acceleration sensor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen mikrostrukturierten Sensor, mit mindestens: einem Mess-Chip (2), in dem ein erster Messbereich (6) mit einer ersten Messstruktur und ein zweiter Messbereich (7) mit einer zweiten Messstruktur ausgebildet ist, wobei die Messbereiche (6, 7) in einer lateralen Richtung (Y) zueinander versetzt sind, einem Kappen-Chip (4), der auf dem Mess-Chip (2) in einem Verbindungsbereich vakuumdicht befestigt ist, einem zwischen dem Mess-Chip (2) und dem Kappen-Chip (4) ausgebildeten Zwischenraum, der durch den Verbindungsbereich (3) nach aussen abgedichtet ist und in dem die Messbereiche (6, 7) angeordnet sind, und mindestens einem auf dem Mess-Chip (2) ausgebildeten, von dem Kappen-Chip (4) freigelassenen Kontaktbereich (20, 22) zur Kontaktierung des Mess-Chips (2). Der Sensor kann insbesondere ein Gassensor zum Messen einer Gaskonzentration oder ein Beschleunigungssensor sein.

WO 2005/085808 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Mikrostrukturierter Sensor

10

Die Erfindung betrifft einen mikrostrukturierten Sensor, der insbesondere ein Gassensor oder Beschleunigungssensor sein kann, und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

15

Einige Sensoren weisen neben einem Messkanal einen Referenzkanal zur Durchführung zweier paralleler oder unter verschiedenen Bedingungen durchgeführter Messungen auf. Bei Gassensoren mit Referenzkanal werden zwei separate Chips von im Allgemeinen verschiedenen Wafern in einem Gehäuse montiert. Derartige Gassensoren weisen im Allgemeinen eine mit einer Kaverne unterätzte Membran auf. Der Innendruck des Sensors bzw. der Kaverneninnendruck sowie weitere Parameter wie z.B. Dotierung und Kavernentiefe können jedoch bei den verschiedenen Sensoren deutlich voneinander abweichen; so dass sich bei Gassensoren unterschiedliche Messeigenschaften und daher hohe Ungenauigkeiten bei dem Vergleich der Messungen ergeben. Auch treten durch die Herstellung von zwei Sensoren und deren Anbringung in einem Gehäuse entsprechend hohe Herstellungskosten auf.

20

25

Weiterhin sind Beschleunigungssensoren bekannte, bei denen auf einem Chip zwei parallel betriebene Messstrukturen ausgebildet sind. Die Kontaktierung erfolgt durch Kontaktpads bzw. Außenanschlüsse auf einer Chipseite. Bei aufwendigeren Anschlüssen des Sensors in einem Gehäuse kann die Kontaktierung an den Leiterraahmen bzw. Leadframe des Gehäuses gegebenenfalls aufwendig sein.

30

35

Der erfindungsgemäße Sensor und das erfindungsgemäße Verfahren

zu seiner Herstellung weisen demgegenüber insbesondere den Vorteil auf, dass eine hohe räumliche Integration zweier Messstrukturen möglich ist. Erfindungsgemäß werden beide Messstrukturen auf einem Chip ausgebildet und unter einer Kappe in einem gemeinsamen Zwischenraum aufgenommen.

- 5 Durch die räumliche Nähe, den gleichen Gasinhalt, insbesondere auch den gleichen Innendruck sowie die direkte Wärmeankopplung über Kappe und Substrat des Messchips werden sehr gute Gleichlaufeigenschaften erreicht.

- 10 Hierbei ermöglicht vorteilhafterweise eine mehrseitige Anordnung der Kontaktbereiche eine bessere Ausnutzung der Kontaktpins des Verpackungsgehäuses. Grundsätzlich ist erfindungsgemäß z.B. auch eine einseitige Ausbildung eines größeren Kontaktbereichs möglich, der z.B. zu drei Seiten hin kontaktiert werden muss

- 15 Der erfindungsgemäße Sensor kann insbesondere ein Gassensor sein, der Infrarot-Strahlung in einem Messwellenlängenbereich und einem Referenzwellenlängenbereich detektiert. Durch die Absorption von Infrarot-Strahlung in bestimmten Wellenlängenbereichen kann die Konzentration von Einzelgasen in einem Gasgemisch, z.B. von CO₂ in der Umgebungsluft, er-
- 20 mittelt werden. Ein derartiger Gassensor kann z.B. zur Ermittlung der Luftqualität im Innenraum eines Pkw sowie zur Feststellung von Leckagen bei einer Klimaanlage mit CO₂-Kühlmittel verwendet werden. Weiterhin sind auch selektive Gasmessungen für andere Gase und Anwendungen möglich. Der erfindungsgemäße Sensor weist mindestens zwei auf einem Chip ausgebildete
- 25 Messbereiche auf, die in einem gemeinsamen Zwischenraum unter einem gemeinsamen Kappen-Chip angeordnet sind. Grundsätzlich können hierbei auch mehr als zwei Messbereiche vorgesehen sein. Durch die direkte Wärmeankopplung zwischen den Messbereichen über das Substrat und die gemeinsame Kappe sowie durch den gleichen Gasinhalt in dem Zwischenraum werden die jeweiligen Messbedingungen sehr gut angeglichen.
- 30

Der erfindungsgemäße Aufbau mit zwei Messbereichen auf einem Chip und lediglich einer Kappe bietet auch Kostenvorteile bei der Herstellung gegenüber der separaten Anfertigung von zwei Sensoren. Weiterhin muss in einem Sensor-Modul lediglich ein Chip aufgesetzt und kontaktiert werden.

5

Bei der Anbringung in einem Gehäuse kann sowohl eine Chip on Chip als auch eine Flip-Chip-Technik angewandt werden, bei der der Mess-Chip auf einen Auswertechip aufgesetzt wird. Hierbei kann eine hohe Raumausnutzung gewährleistet werden, da die Außenanschlüsse gleichmäßig verteilt werden können und somit der Verdrahtungsaufwand auf dem Auswertechip geringer ist.

10

Insbesondere bei größeren Sensoren kann in dem Zwischenraum zwischen den beiden Messbereichen eine Waferbondstützstelle ausgebildet sein, so dass der Gassensor größeren Belastungen ausgesetzt werden kann. Somit kann er insbesondere auch nachfolgend in einem gemoldetem Gehäuse untergebracht werden, ohne durch die beim Molden auftretenden Drücke eingedrückt zu werden.

15

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen erläutert. Es zeigen:

20

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Chipanordnung eines Gassensors gemäß einer ersten Ausführungsform mit um 180° zu einander gedrehten Messbereichen und Kontaktbereichen auf zwei Seiten;

25

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Gassensor gemäß einer weiteren Ausführungsform mit gegenüber Fig. 1 einer zusätzlichen Waferbondstützstelle in der Mitte der Chips;

30

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Chipanordnung eines Sensors mit Kontaktbereichen auf zwei gegenüberliegenden Seiten und unterbrochener mittlerer Waferbondstützstelle;

5 Fig. 4a eine Draufsicht auf eine Chipanordnung eines Gassensors gemäß einer weiteren Ausführungsform mit Kontaktbereichen auf zwei gegenüberliegenden Seiten und Hilfsstrukturen für die Kappenprozessierung am Rand des Chips;

10 Fig. 4b eine Draufsicht auf eine Chipanordnung eines Gassensors gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einem großen Kontaktbereich auf einer Seite, einer Waferbondstützstelle als optischer Trennung und einer gemeinsamen Kappenvertiefung;

15 Fig. 5 eine Draufsicht auf eine Chipanordnung eines Gassensors gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einander gegenüberliegenden Messbereichen, Kontaktbereichen auf vier Seiten und Hilfsstrukturen für die Kappenprozessierung am Rand des Chips;

20 Fig. 6 einen Schnitt durch eine beispielhafte Messstruktur;

Fig. 7 einen Vertikalschnitt durch ein Sensormodul gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit einem auf einen Auswertechip gesetzten Sensor in einem gemoldeten Gehäuse;

25

Fig. 8 einen Vertikalschnitt durch ein Sensormodul gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einem Gassensor, der mit einem Leadframe kontaktiert und in ein Gehäuse eingemoldet ist.

30

Ein Gassensor 1 weist gemäß Fig. 1 einen Mess-Chip 2 aus Silizium

und einen auf dem Messchip 2 in einem Verbindungsbereich 3 befestigten Kappen-Chip 4 aus Silizium auf. Zwischen dem Kappen-Chip 4 und dem Mess-Chip 2 ist gemäß dem Vertikalschnitt der Fig. 6 ein Zwischenraum 5 gebildet, der gegenüber dem Außenraum durch den Verbindungsbereich 3 zwischen dem Mess-Chip 2 und dem Kappen-Chip 4 vakuumdicht abgedichtet ist. Der Verbindungsbereich 3 kann insbesondere durch eine Seal-Glas-Verbindung mit z.B. einem niedrigschmelzenden Bleiglas gebildet sein.

Auf dem Mess-Chip 2 sind in einer lateralen Richtung Y zueinander versetzt, z.B. direkt angrenzend, zwei Messbereiche 6, 7 ausgebildet, die bei dieser Ausführungsform auch in einer zu der lateralen Richtung Y orthogonal verlaufenden Längsrichtung X etwas zueinander versetzt sind. Die Messbereiche 6, 7 können insbesondere zur Messung von Infrarot-Strahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen oder zur Messung von Beschleunigungen, z.B. auch einer gleichen Beschleunigung in einer ersten Messung und als Referenz dienenden zweiten Messung, ausgebildet sein.

Gemäß der Ausführungsform als Infrarot-Sensor bzw. Gassensor nach Fig. 6 ist jeder Messbereich 6 bzw. 7 durch Mikrostrukturierung des Mess-Chips 2 ausgebildet und weist in an sich bekannter Weise gemäß Fig. 6 eine durch eine Kaverne 9 unterätzte Membran 10, eine auf der Membran 10 ausgebildete Thermopile-Struktur 12 aus zwei kontaktierten, z.B. sich überlappenden Leiterbahnen aus unterschiedlichen leitfähigen Materialien, z.B. ein Metall und Polysilizium, sowie eine auf der Thermopile-Struktur 12 aufgetragene Absorberschicht 14 auf.

Der Kappen-Chip 4 weist an seiner Unterseite eine geätzte Vertiefung 11 auf zur Ausbildung des Zwischenraums 5. Auf dem Kappen-Chip 4 können oberhalb der Messbereiche 6, 7 StrahlungsfILTER mittels Klebstoff angebracht, die Infrarot-Strahlung S lediglich in vorgegebenen Wellenlängenbereichen durchlassen; derartige StrahlungsfILTER können alternativ hierzu auch an ande-

rer Stelle im optischen Strahlengang vorgesehen sein.

5 Zu detektierende Infrarot-Strahlung S tritt bei jedem der Messbereiche 6, 7 durch den Kappen-Chip 4 aus für Infrarot-Strahlung S transparentem Silizium und den Zwischenraum 5 auf die Absorberschicht 14, wodurch diese in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität erwärmt wird. Hierdurch wird an der Thermopile-Struktur 12 eine Thermospannung erzeugt, die elektrisch ausgelesen werden kann. Hierzu verlaufen Leiterbahnen 19 von der Thermopile-Struktur 12 der Messbereiche 6, 7 zu in Längsrichtung X anschließenden
10 Kontaktbereichen 20, 22 mit Anschlusspads 21, 23 zur Kontaktierung des Gassensors 1.

Die im optischen Strahlengang vorgesehenen Strahlungsfiler lassen Infrarot-Strahlung in vorgegebenen unterschiedlichen Wellenlängenbereichen
15 durch, um eine quantitative Messung einer Gaszusammensetzung zu ermöglichen. Durch die Referenzmessung des zweiten Messbereichs 7 kann die Messung des ersten Messbereichs 6 normiert bzw. korrigiert werden.

Die Kontaktbereiche 20, 22 des Mess-Chips 2 sind nicht von den Kappen-Chips 4 verdeckt und können somit mit Drahtbonds kontaktiert werden.
20

Bei der Ausführungsform der Fig. 1 sind die Kontaktbereiche 20, 22 in lateraler Richtung Y zueinander versetzt und an in Längsrichtung X gegenüberliegenden Seiten vorgesehen, d.h., die Messbereiche 6, 7 und die Kontaktbereiche 20, 22 sind um einen mittleren Symmetriepunkt P um 180° gegeneinander verdreht bzw. punktsymmetrisch hierzu angeordnet.
25

Die Ausführungsform der Fig. 2 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 1 insbesondere dahingehend, dass in der Mitte des Mess-Chips 2 eine Waferbondsstütztstelle 24 ausgebildet ist, auf der der Kappen-Chip 4 auf dem Mess-Chip 2 abgestützt ist. Hierzu kann der Kappen-Chip 4 z.B. einen nach
30

unten ragenden Steg aufweisen, d.h. im Bereich der Waferbondstützstelle 24 ist keine Vertiefung 11 im Kappen-Chip 4 ausgebildet. Die Waferbondstützstelle 24 kann z.B. durch eine Seal-Glas-Verbindung entsprechend derjenigen des Verbindungsbereiches 3 ausgebildet sein. Durch die zusätzliche Waferbondstützstelle 24 wird die Stabilität des Gassensors 1 gegenüber Belastungen von oben vergrößert.

Bei der Ausführungsform der Fig. 3 liegen die Messbereiche 6, 7 in lateraler Richtung Y nebeneinander. Die Kontaktbereiche 20, 22 liegen an in lateraler Richtung gegenüberliegenden Seiten des Mess-Chips 2 und werden wiederum von dem Kappen-Chip 4 ausgespart. In Längsrichtung X vor und hinter den Kontaktbereichen 20, 22 sind bei dieser Ausführungsform Hilfsstrukturen 25 für die Kappenprozessierung als Teile des Verbindungsbereiches 3 ausgebildet; entsprechend auch bei den Fig. 4a und 5. Bei der Ausführungsform der Fig. 3 ist in der Mitte des Mess-Chips 2 zwischen den Messbereichen 6, 7 eine unterbrochene Waferbondstützstelle 26 zur Erhöhung der Stabilität des Gassensors 1 ausgebildet. Die Waferbondstützstellen 24, 26 der Fig. 2, 3 unterteilen den gemeinsamen Zwischenraum 5 der Messbereiche 6, 7 jedoch nicht, so dass weiterhin ein Gasaustausch möglich ist. Bei der Ausführungsform der Fig. 4a ist gegenüber Fig. 3 die unterbrochene Waferbondstützstelle 26 weggelassen, Waferbondstützstellen sind aber auch hier möglich.

Fig. 4b zeigt eine Ausführungsform, bei der die Messbereiche 6 und 7 in lateraler Richtung versetzt sind und eine Waferbondstützstelle 24 als optische Trennung wirkt. Es ist an lediglich einer Seite des Mess-Chips 2 ein Kontaktbereich 29 von dem Kappen-Chip 4 freigelassen. Der Kontaktbereich 29 kann hierbei auch unterteilt sein.

In Fig. 5 ist eine Ausführungsform des Gassensors 1 gezeigt, bei der auch an den weiteren in Längsrichtung gegenüber liegenden beiden Außen-

kanten jeweils ein Kontaktbereich 30, 31 vorgesehen und von dem Kappen-Chip 4 ausgespart ist. Der Mess-Chip 2 kann somit an sämtlichen vier Seiten kontaktiert werden. Auch bei dieser Ausführungsform sind die bei den Fig. 3, 4a beschriebenen Hilfsstrukturen 25 als Teile des Verbindungsbereiches 3 für die Kappenprozessierung bei der Vereinzelung der einzelnen Gassensoren 1 ausgebildet.

Die Messbereiche 6, 7 der Ausführungsform der Fig. 1 bis 5 entsprechen in ihrem Aufbau der Darstellung der Fig. 6.

Die Herstellung der Gassensoren 1 der Fig. 1 bis 5 kann auf Wafer-ebene vor der Vereinzelung erfolgen und ist somit im grosstechnischen Maßstab kostengünstig. Hierzu werden auf einem Messwafer zunächst jeweils die Messbereiche 6, 7 in an sich bekannter Weise strukturiert. Weiterhin wird auf einem Kappen-Wafer eine Strukturierung zur Ausbildung der späteren Kappen-Chips 4 vorgenommen, bei der die Kontaktbereiche 20, 22 durch Ätzen ausgespart werden und die Vertiefungen 11 in der Unterseite für die Zwischenräume 5 gebildet werden. Nachfolgend werden der Mess-Wafer und der Kappen-Wafer passend aufeinander gesetzt und mittels Seal-Glas die Verbindungsbereiche 3 sowie gegebenenfalls Waferbondstützstellen 24, 26 ausgebildet. Anschließend können durch Vereinzeln, d.h. Sägen des gebildeten Waferstapels, direkt die Gassensoren 1 hergestellt werden.

Der erfindungsgemäße Gassensor 1 kann in unterschiedlichen Verpackungen aufgenommen werden. In den Fig. 7, 8 sind Sensormodule 32, 33 mit gemoldeten Gehäusen als mögliche Ausführungsform gezeigt. Alternativ hierzu sind grundsätzlich jedoch auch z.B. Premoldgehäuse mit aufgesetztem Deckel oder keramische Gehäuse möglich.

Bei dem Sensormodul 32 der Fig. 7 ist der Gassensor 1 auf einem A-SIC (application specified integrated circuit) 34 aufgesetzt, z.B. über eine Kle-

berschicht 35 geklebt oder gelötet. Die Anschlusspads 21 des Gassensors 1 sind über Drahtbonds 36 mit dem ASIC 34 kontaktiert. Der ASIC 34 ist wiederum auf einen Diepad 39 gesetzt. Weiterhin ist ein Leadframe 40 mit einzelnen Kontaktpins vorgesehen, der über Drahtbonds 36 mit dem ASIC 34
5 kontaktiert ist. Diese Anordnung ist in ein Gehäuse 42 aus Kunststoff oder einem Mold-Compound eingemoldet bzw. eingespritzt. Zur Herstellung kann z.B. ein Gassensor 1 jeweils auf einen ASIC 34 gesetzt und über die Drahtbonds 36 mit diesem kontaktiert werden. Die ASICs 34 werden nachfolgend auf Diepads 39 einer Leadframestruktur aus mehreren zusammenhängenden
10 Leadframes 40 gesetzt, danach werden die Gehäuse 42 gemoldet und anschließend werden durch Durchtrennen der Leadframestruktur die einzelnen Sensormodule 32 vereinzelt.

Bei der Ausführungsform der Fig. 8 ist der Gassensor 1 direkt auf einem Diepad 39 mittels z.B. einer Kleberschicht 35 befestigt. Die Anschlusspads 21 des Gassensors 1 sind über Drahtbonds mit dem Leadframe 40 kontaktiert, wobei diese Anordnung in ein Gehäuse 42 aus Mold-Compound oder Kunststoff eingemoldet ist.

20 Bei der Ausführungsform der Fig. 7, 8 kann eine Auswertung der Messsignale des Gassensors 1 direkt in dem ASIC 34 vorgenommen werden. Grundsätzlich ist jedoch auch die Ausbildung einer integrierten Schaltung in dem Mess-Chip 2 zur Auswertung der Messsignale möglich.

Patentansprüche

1. Mikrostrukturierter Sensor, mit mindestens:
5 einem Mess-Chip (2), in dem ein erster Messbereich (6) mit einer ersten Messstruktur (9, 10, 12, 14) und mindestens ein zweiter Messbereich (7) mit einer zweiten Messstruktur (9, 10, 12, 14) ausgebildet ist, wobei die Messbereiche (6, 7) in einer lateralen Richtung (Y) zueinander versetzt sind,
10 einem Kappen-Chip (4), der auf dem Mess-Chip (2) in einem Verbindungsbereich (3) vakuumdicht befestigt ist,
einem zwischen dem Mess-Chip (2) und dem Kappen-Chip (4) ausgebildeten Zwischenraum (5), der durch den Verbindungsbereich (3) nach außen abgedichtet ist und in dem die Messbereiche (6, 7) angeordnet
15 sind, und
mindestens einem auf dem Mess-Chip (2) ausgebildeten, von dem Kappen-Chip (4) freigelassenen Kontaktbereich (20, 22, 30, 31; 29) zur Kontaktierung des Mess-Chips (2).
- 20 2. Mikrostrukturierter Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass er einen auf dem Mess-Chip (2) ausgebildeten, von dem Kappen-Chip (4) freigelassenen Kontaktbereich (29) zur Kontaktierung des Mess-Chips (2) aufweist.
- 25 3. Mikrostrukturierter Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass er mindestens zwei auf dem Mess-Chip (2) an verschiedenen Seiten des Mess-Chips (2) ausgebildete, von dem Kappen-Chip (4) freigelassene Kontaktbereiche (20, 22, 30, 31; 29) zur Kontaktierung des Mess-Chips (2) aufweist.
- 30 4. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der vorherigen Ansprüche, **da-**

durch gekennzeichnet, dass

er ein Gassensor zum Messen einer Gaskonzentration ist,
der erste Messbereich (6) zur Detektion einfallender Infrarot-Strahlung
(S) in einem ersten Wellenlängenbereich vorgesehen ist,
5 der zweite Messbereich (7) zur Messung von Infrarot-Strahlung (S) in
einem zweiten Wellenlängenbereich vorgesehen ist, und
der Kappen-Chip (4) für die zu messende Infrarot-Strahlung (S) trans-
parent ist.

10 5. Mikrostrukturierter Sensor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messstrukturen (9, 10, 12, 14) jeweils eine mit einer Ka-
verne (9) unterätzte Membran (10), eine auf der Membran (10) ausge-
bildete Thermopile-Struktur (12) und eine auf der Thermopile-Struktur
(12) aufgetragene Absorberschicht (14) aufweisen.

15 6. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein Beschleunigungssensor (1) ist und die
Messbereiche (6, 7) zur Messung einer gleichen Beschleunigung in ei-
ner ersten Messung und als Referenz dienenden zweiten Messung
20 ausgebildet sind.

7. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messbereiche (6, 7) und die Kontaktberei-
che (20, 22) im Wesentlichen um 180° gegenüber einem Symmetrie-
25 punkt (P) des Mess-Chips (2) versetzt angeordnet sind.

8. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktbereiche (20, 22) an in einer Längs-
richtung (X) gegenüberliegenden Seiten ausgebildet und in der latera-
30 len Richtung (Y) zu einander versetzt angeordnet sind.

9. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktbereiche (20, 22) an den in lateraler Richtung gegenüberliegenden Seiten des Mess-Chips (2) ausgebildet sind.
- 5 10. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messbereiche (6, 7) in der lateralen Richtung (Y) nebeneinander angeordnet sind und an den vier Seiten des Mess-Chips (2) mindestens jeweils ein Kontaktbereich (20, 22, 30, 32)
- 10 ausgebildet ist.
11. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Messbereichen (6, 7) eine Waferbondstützstelle (24, 26) ausgebildet ist, in der der Kappen-Chip
- 15 (4) auf dem Mess-Chip (2) befestigt ist.
12. Mikrostrukturierter Sensor nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Waferbondstützstelle (26) unterbrochen ist.
- 20 13. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kappen-Chip (4) den Mess-Chip (2) im Wesentlichen vollständig bis auf die Kontaktbereiche (20, 22, 30, 32; 29) bedeckt.
- 25 14. Mikrostrukturierter Sensor nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Eckbereichen des Mess-Chips (2) neben den Kontaktbereichen (20, 22, 30, 32) Hilfsstrukturen (25) in dem Verbindungsbereich (3) ausgebildet sind.
- 30 15. Verfahren zum Herstellen eines mikrostrukturierten Sensors, mit mindestens folgenden Schritten:

- Strukturieren von ersten und zweiten Messbereichen (6, 7) und mindestens einem Kontaktbereich (20, 22, 30, 32; 29) in einem Mess-Wafer,
- 5 Strukturieren eines Kappen-Wafers durch Ätzen von Vertiefungen (11) an seiner Unterseite und Freiräumen für Kontaktbereiche (20, 22, 30, 32),
- Anbinden des Kappen-Wafers auf den Mess-Wafer durch ein Waferbondverfahren unter Ausbildung von vakuumdichten Verbindungsbereichen (3), die jeweils einen Zwischenraum (5) zwischen einer Vertiefung
- 10 (11) des Kappen-Wafers mit zwei Messbereichen (6, 7) umgeben, Vereinzeln der mikrostrukturierten Sensoren (1) durch Sägen des Waferstapels aus Mess-Wafer und Kappen-Wafer derartig, dass jeder mikrostrukturierte Sensor (1) mindestens einen von einem Verbindungsbereich (3) umgebenen Zwischenraum (5) mit zwei Messbereichen (6, 7)
- 15 aufweist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Waferbondverfahren in den Verbindungsbereichen (3) Seal-Glas-Verbindungen ausgebildet werden.
- 20
17. Sensormodul, das aufweist
- einen mikrostrukturierten Sensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
- einen Leiterrahmen (40, 39) und
- 25 ein Gehäuse (42), das einen Teil des Leiterrahmens (40, 39) und den mikrostrukturierten Sensor (1) umgibt,
- wobei von dem mindestens einen Kontaktbereich (20, 22, 30, 32; 29) des Mess-Chips (2) des mikrostrukturierten Sensors (1) in verschiedenen Richtungen Drahtbonds (36) zu dem Leiterrahmen (39, 40) ver-
- 30 laufen.

18. Sensormodul nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mikrostrukturierte Sensor (1) auf einem Auswertechip (34) befestigt und kontaktiert ist, der mit dem Leiterraahmen (39, 40) kontaktiert ist.

1 / 3

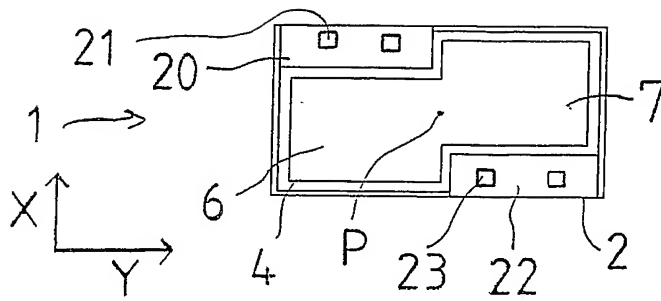


Fig. 1

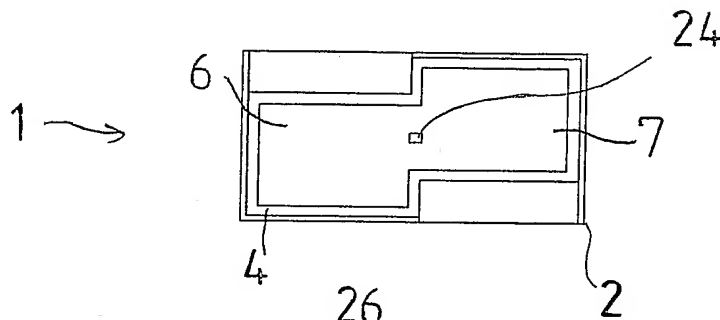


Fig. 2

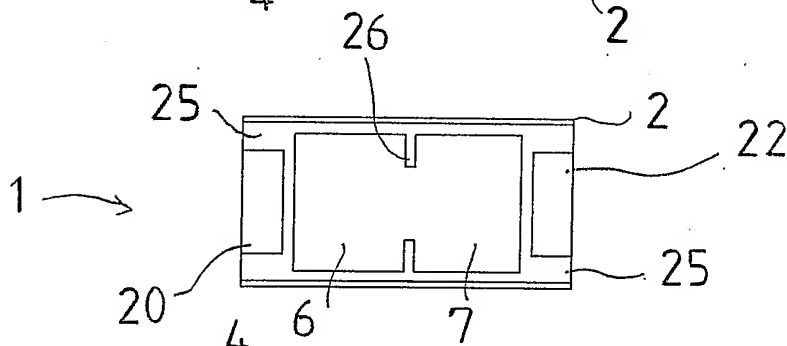


Fig. 3

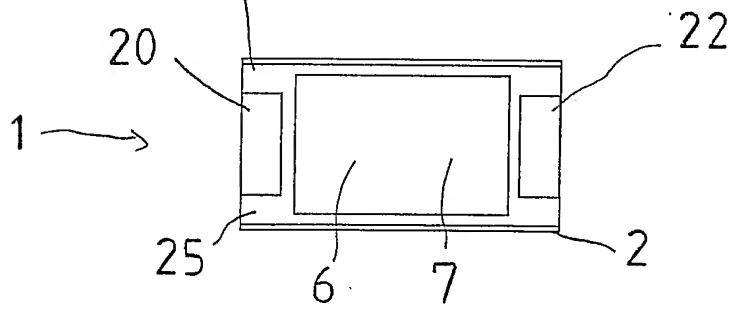


Fig. 4a

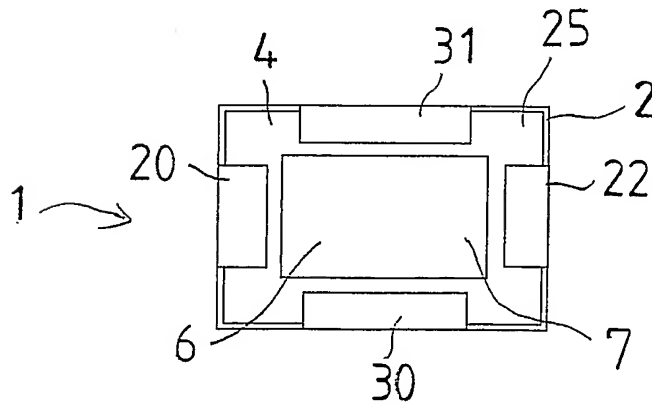


Fig. 5

2/3

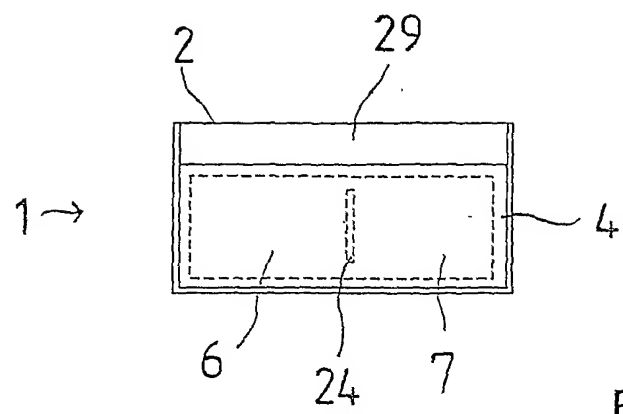
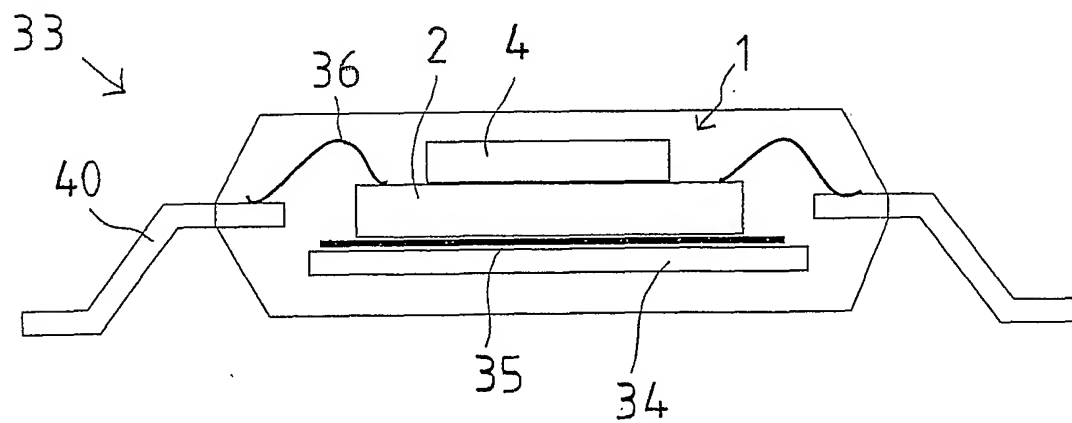
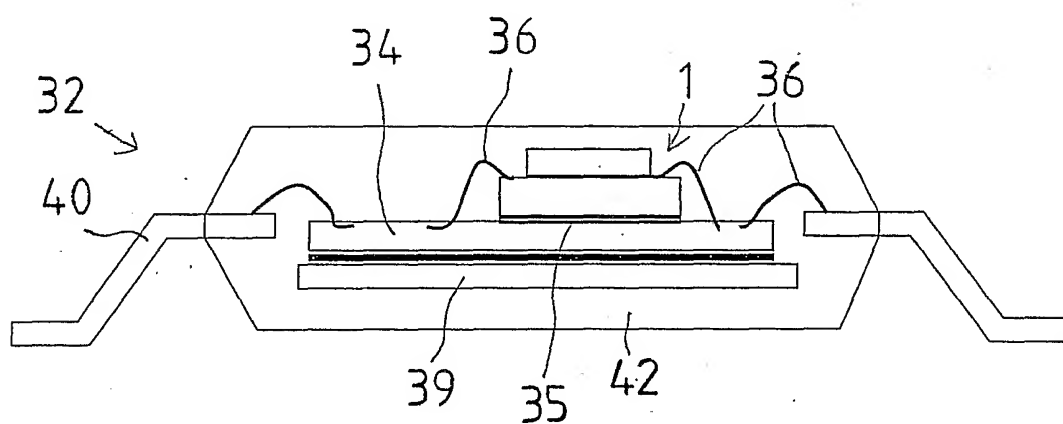
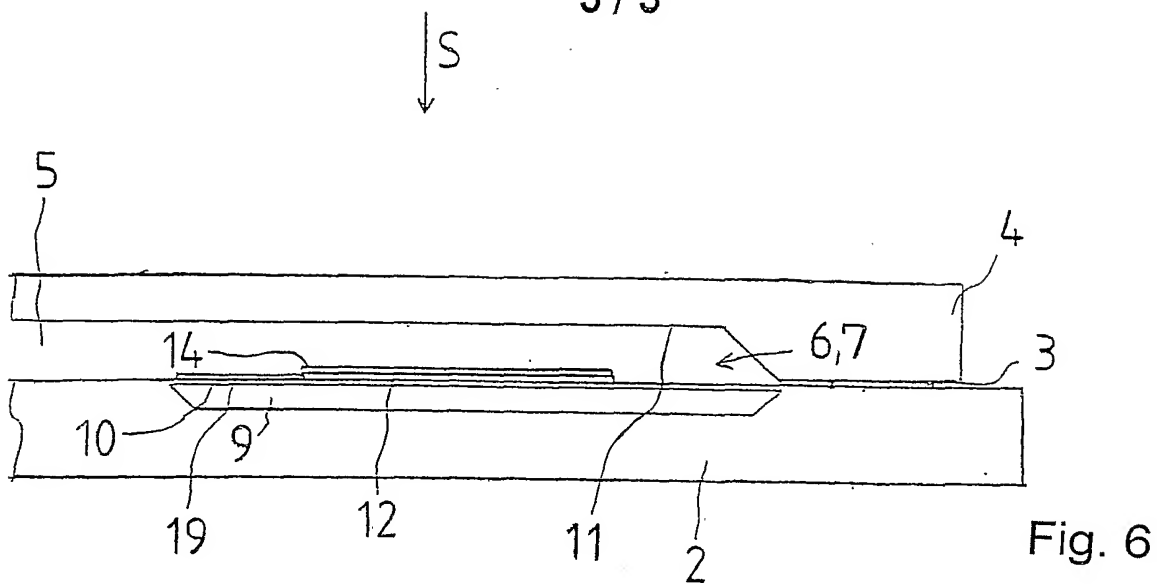


Fig. 4b

3 / 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N21/35 G01J5/12 B81B7/02 G01P15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N G01J B81B G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	DE 102 43 014 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18 March 2004 (2004-03-18) paragraphs '0012! - '0016!; figure 2 -----	1-5, 7-18
X	US 6 252 229 B1 (HAYS KENNETH MAXWELL ET AL) 26 June 2001 (2001-06-26)	1-4, 7-15, 17, 18
Y	column 1, lines 12-17 column 6, lines 10-20 column 7, lines 1-34; figures 1-3 -----	5, 6
X	EP 1 079 220 A (ROBERT BOSCH GMBH) 28 February 2001 (2001-02-28) paragraphs '0017!, '0020!, '0021!, '0025!; figures 4, 5 ----- -/--	1, 15, 16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2005

Date of mailing of the international search report

19/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoogen, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000040

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/139410 A1 (WILNER LESLIE BRUCE ET AL) 3 October 2002 (2002-10-03) paragraphs '0023!, '0024!, '0027!; figures 1A-C	5
Y	US 5 668 033 A (OHARA ET AL) 16 September 1997 (1997-09-16) column 3, line 39 - column 5, line 4; figures 1-3	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000040

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10243014	A1	18-03-2004	WO	2004027397 A1		01-04-2004
US 6252229	B1	26-06-2001	AU	4848299 A		01-02-2000
			WO	0003215 A1		20-01-2000
			US	2001022207 A1		20-09-2001
EP 1079220	A	28-02-2001	DE	19938207 A1		15-02-2001
			EP	1079220 A1		28-02-2001
US 2002139410	A1	03-10-2002	NONE			
US 5668033	A	16-09-1997	JP	3613838 B2		26-01-2005
			JP	8316497 A		29-11-1996
			DE	19619921 A1		05-12-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000040

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01N21/35 G01J5/12 B81B7/02 G01P15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N G01J B81B G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	DE 102 43 014 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18. März 2004 (2004-03-18) Absätze '0012! - '0016!; Abbildung 2 -----	1-5, 7-18
X	US 6 252 229 B1 (HAYS KENNETH MAXWELL ET AL) 26. Juni 2001 (2001-06-26)	1-4, 7-15, 17, 18
Y	Spalte 1, Zeilen 12-17 Spalte 6, Zeilen 10-20 Spalte 7, Zeilen 1-34; Abbildungen 1-3 -----	5, 6
X	EP 1 079 220 A (ROBERT BOSCH GMBH) 28. Februar 2001 (2001-02-28) Absätze '0017!, '0020!, '0021!, '0025!; Abbildungen 4, 5 ----- -/-	1, 15, 16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoogen, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000040

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2002/139410 A1 (WILNER LESLIE BRUCE ET AL) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) Absätze '0023!, '0024!, '0027!; Abbildungen 1A-C -----	5
Y	US 5 668 033 A (OHARA ET AL) 16. September 1997 (1997-09-16) Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 4; Abbildungen 1-3 -----	6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000040

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10243014	A1	18-03-2004	WO 2004027397 A1	01-04-2004
US 6252229	B1	26-06-2001	AU 4848299 A	01-02-2000
			WO 0003215 A1	20-01-2000
			US 2001022207 A1	20-09-2001
EP 1079220	A	28-02-2001	DE 19938207 A1	15-02-2001
			EP 1079220 A1	28-02-2001
US 2002139410	A1	03-10-2002	KEINE	
US 5668033	A	16-09-1997	JP 3613838 B2	26-01-2005
			JP 8316497 A	29-11-1996
			DE 19619921 A1	05-12-1996